

Ғаламның пайда болуы мен ЭВОЛЮЦИЯСЫ

Жульета Фьерро, Сусана Деустуа, Беатрис Гарсия

Халықаралық астрономиялық одақ

Мексика Ұлттық автономды университеті, Мексика

Ғарыштық телескоп ғылыми институты, АҚШ

ITeDA және Ұлттық технологиялық университеті, Аргентина



Әлем — бұл бәрі:

Ғарыш
Материя
Энергия
Уақыт



Барлығы үздіксіз дамуда.

Әлемдегі әрбір нысан өзгереді, сол сияқты олар туралы біздің түсініктеріміз де өзгереді.

Ғаламды сандық түрде сипаттап, оны ғылыми тұрғыдан зерттеуге жеткілікті бақылауларымыздың пайда болғанына бір ғасырдан аз уақыт болды.



Соңғы бірнеше онжылдықта бізде Ғалам туралы мәліметтер пайда болып, оны зерттеуге мүмкіндік туды. Бұрын тек жорамалдар ғана болатын.



Ғаламды біздің интуитивті қабылдауымыз Үлкен жарылыс стандартты моделіне сәйкес келмейді.

Тарихта әртүрлі мәдениеттер ғаламды түсіндіруге тырысқан. Мысалы, вавилондықтар Жерді тегіс, белгілі бір биіктіктері бар, ал оны пілдер ұстап тұр, пілдер өз кезегінде тасбақаның үстінде, ал оны жылан қоршап тұр деп ойлаған. Жер сілкіністерін олар пілдердің қозғалысымен түсіндірген.



Модельді тексеру:

Піл мен тасбақаның көлеңкесі ешқашан Жердің Айдағы көлеңкесіне ұқсамайды.



Тек бір ғана сфера әрқашан дөңгелек көлеңке түсіреді. Айдың тұтылуын көрсету.



Ғылымдағы жетістіктер

- Ой жүгірту
- Табиғат туралы сұрақтарды ойлау
- Эксперимент жасау
- Нәтижелерді ой елегінен өткізу
- Жаңа білімді мақалалар арқылы тарату
- Басқа ойшылдар біздің идеяларымызды қолдағанда, білім бекітіледі. Сондай-ақ, қателіктерімізден үйренгенде де.



Үлкен жарылыс стандартты моделі

Бұл ең қарапайым модель және ол бақылауларды түсіндіреді:

- Кеңею
- Ғарыштық фондық сәуле
- Химиялық элементтердің мөлшері
- Изотропия

Басқа да модельдер бар.

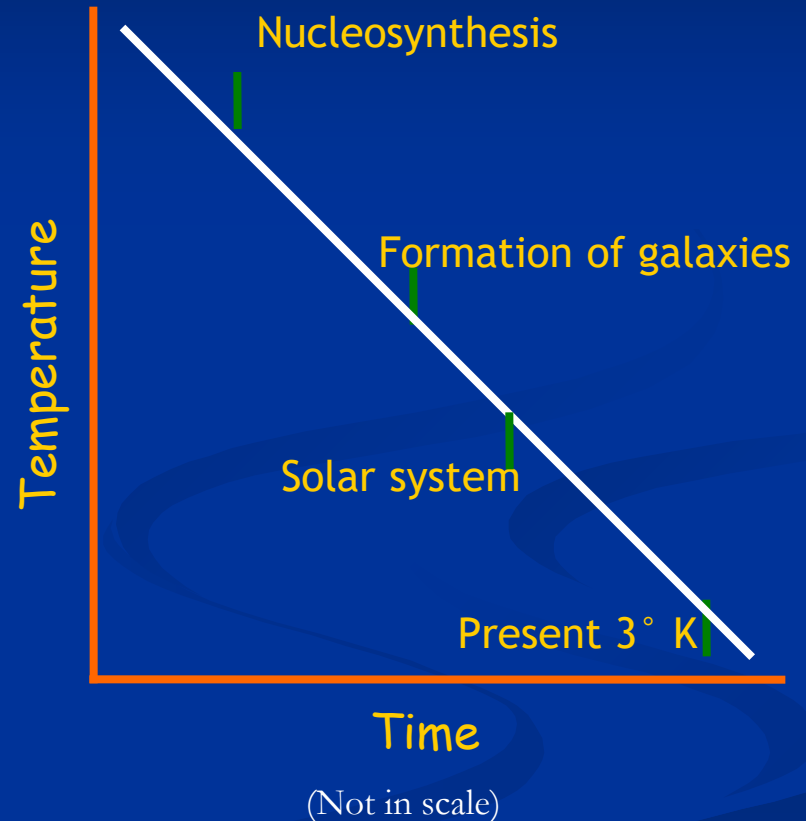


- Ғылым ақиқат бізде деп айтпайды — ол Қолжетімсіз.



Ғаламның кеңеюі

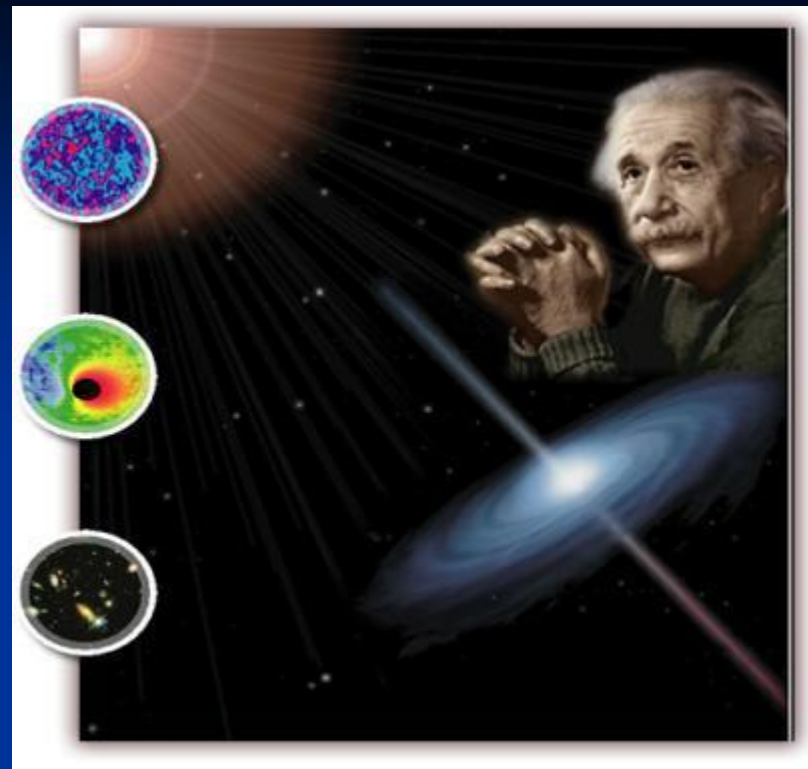
- ❑ Ғалам 14 000 миллион жыл бұрын пайда болды.
- ❑ Барлығы вакуумнан энергия бөлінген кезде басталды.
- ❑ Бұл процесс барысында энергия кеңейіп, суыта бастады.
- ❑ Нәтижесінде бұл энергия материяға айналды.



Жерде зерттелетін және ғаламға қолданылатын физика — астрофизика.

Альберт Эйнштейн энергияның материяға, ал материяның энергияға айнала алатынын ашты. Ғаламның басында вакуум энергиясы материяға айналды.

Жұлдыздардың ішінде энергия материяға айналады, сондықтан олар жарқырайды.



Материя мен энергияның теңдігі

$$E = mc^2$$

quarks , leptons

p^+ n e^-



Басында бүкіл материя иондалған болатын

Кейінірек бұл бейтарап
атомдарға айналу үшін
рекомбинацияға ұшырады.

Атомдар бұлттарды түзді, ал
олардың ішінде алғашқы
жұлдыздармен бірге алғашқы
галактикалар пайда болды.



Кейінірек Жер сияқты тасты планеталар
пайда болып, алғашқы тіршілік пайда
болды.

ХИМИЯЛЫҚ ЭВОЛЮЦИЯ

Протондар, нейтрондар және электрондар Ғаламның алғашқы минутында пайда болды. Олар ең қарапайым атомдарды — сутегі (H) мен гелийді (He) түзді.

$$E = mc^2$$

H — протоннан (p^+) түзіледі



- Қалған элементтер жұлдыздардың ішінде термоядролық реакциялар арқылы пайда болды.
- Уран сияқты ең ауыр атомдар жұлдыздар жарылып, бөлшектерді шашып, олар соқтығысып, жаңа элементтер түзген кезде пайда болады.
- Сутегі мен гелийден басқа элементтер жұлдыздық эволюция барысында пайда болу үшін Үлкен жарылыстан кейін миллиардтаған жыл өтті.



Физика ЖӘНЕ КОСМОЛОГИЯ

Күнделікті өмірдегі материяны біз кварктардың — протондар мен нейтрондардың құрамдас бөліктері — және лептондардың (ең танымалы — электрон) көмегімен және олардың электромагнетизм сияқты өзара әрекеттесулері арқылы түсіндіре аламыз.

Family			Interaction
lepton	electron	neutrino	Electromagnetic force
quarks	up	down	Strong force
baryon	proton	neutron	Weak force, strong force

Модельдің бұл қарапайымдылығы бастапқы Ғаламды түсінуге көмектеседі, онда энергия материяға, ал материя энергияға айналып жатты.



Бақылаулар арқылы біз

- ❑ Аспан денелерінің физикалық қасиеттері
- ❑ — Өлшемдер мен қашықтықтар
- ❑ — Уақыт пен жас мөлшері
- ❑ — Ғаламның кеңею жылдамдығы
- ❑ — Фондық сәулеленудің температурасы
- ❑ — Химиялық құрамы
- ❑ — Ғаламның құрылымы
- ❑ — Түн неге қараңғы
- ❑ — Қараңғы материя мен қараңғы энергияның бар болуы

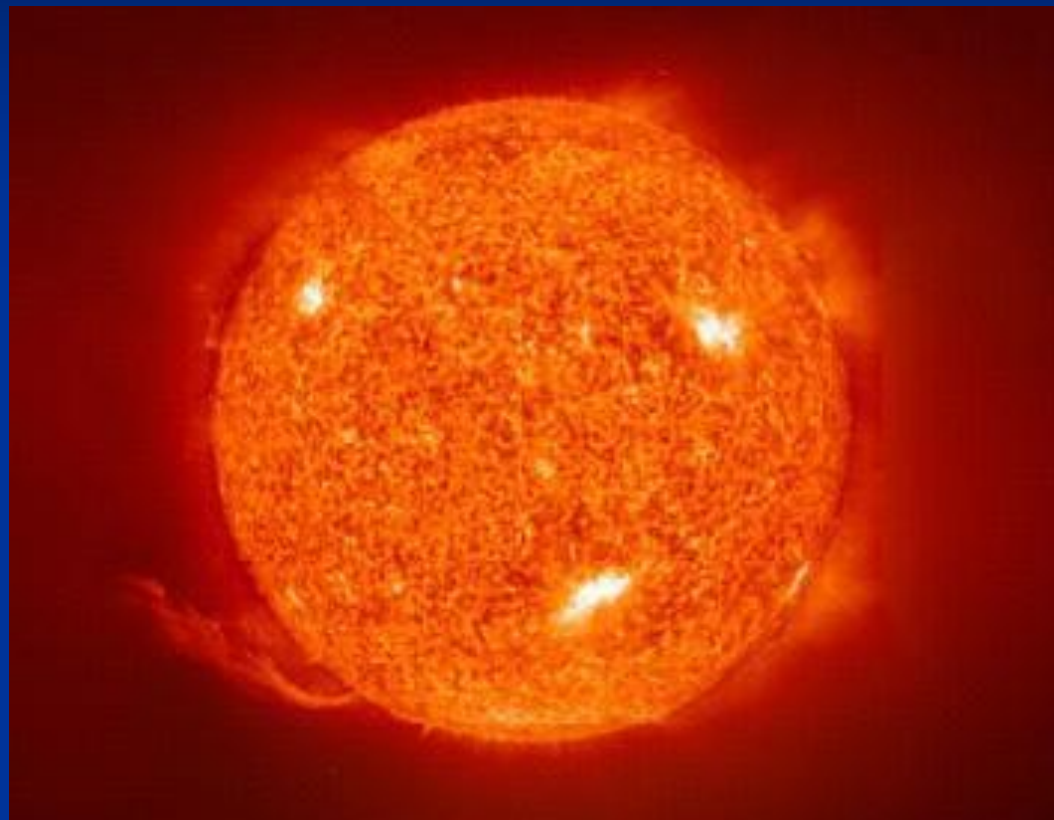
туралы білеміз



Күн

Ең көп зерттелген
нысандар — ең
жарықтары, өйткені
оларды бақылау оңай.

Күн мен басқа
жұлдыздар — ең
танымал нысандар.



Экзопланеталар



Жұлдыздардан бөлек, соңғы бірнеше жылда басқа жұлдыздардың айналасында жүздеген планета табылды — олар жарық шығарғандықтан емес, жұлдыздардың орбиталарын және жарық қисықтарын бұзғандықтан анықталды.



Тіршілік



Ғаламның тағы бір қасиеті — тіршілік. Біз әлі Жерден тыс тіршілікті тапқан жоқпыз.

Біз тіршілік үшін су қажет деп есептейміз, өйткені ол зат алмасуды жеңілдетеді және күрделі молекулалардың түзілуіне мүмкіндік береді.



Жұлдызаралық зат

Жұлдыздардың арасындағы кеңістік бос емес, ол жұлдызаралық затпен толтырылған. Бұл — жаңа жұлдыздар түзілетін материал.

Жұлдыздар газ бен шаңнан тұратын бұлттардың ішінде дүниеге келеді. Бұлттар сығылып, жаңа жұлдыздарды түзеді. Өмірінің көп бөлігінде олар ядросында сутегіні гелийге және энергияға айналдырады.



Кейінірек көміртек, азот және оттегі — біздің құрамымыздағы элементтер түзіледі.



Күнге ұқсас жұлдыздың өмірлік циклі



Жұлдыздар «отынын» таусылған кезде, олар өздерінің ішінде пайда болған бөлшектерді айналасындағы кеңістікке шашыратады. Әрбір жаңа жұлдыздық буыннан кейін жаңа жұлдыздар туатын жұлдызаралық орта ауыр химиялық элементтерге байи түседі.



Шоғырлар

Көптеген жұлдыздар 100-ден 1 000 000-ға дейін жұлдызды қамтитын шоғырларға бірігеді.



Қазына жәшігі,
ашық жұлдыздық
шоғыр



Омега Центавра, шар
тәрізді жұлдыздық
шоғыр



Галактикалар

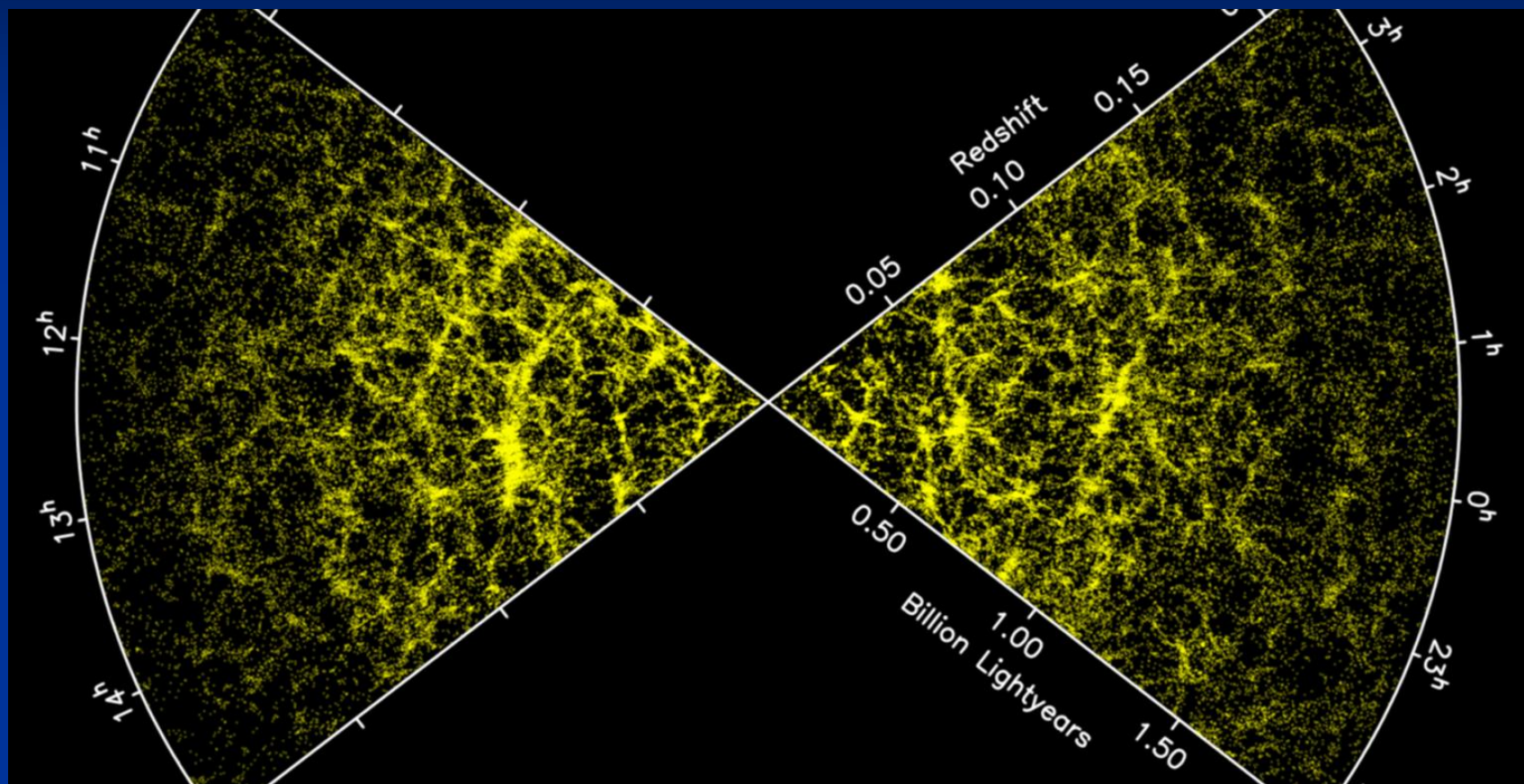


Whirlpool Spiral Galaxy
Source: Hubble Space Telescope

Ең керемет конгломераттар — галактикалар. Біздің галактика сияқты спиральді галактикаларда 100 миллиардтан астам жұлдыз бар, әрқайсысының өз планеталары, серіктері мен кометалары, газы, шаңы және көбінесе «қараңғы материядан» тұрады.



Жіп тәрізді Ғалам



Галактикалар топтары «жіп тәрізді ғалам» деп аталатын құрылымда орналасқан.

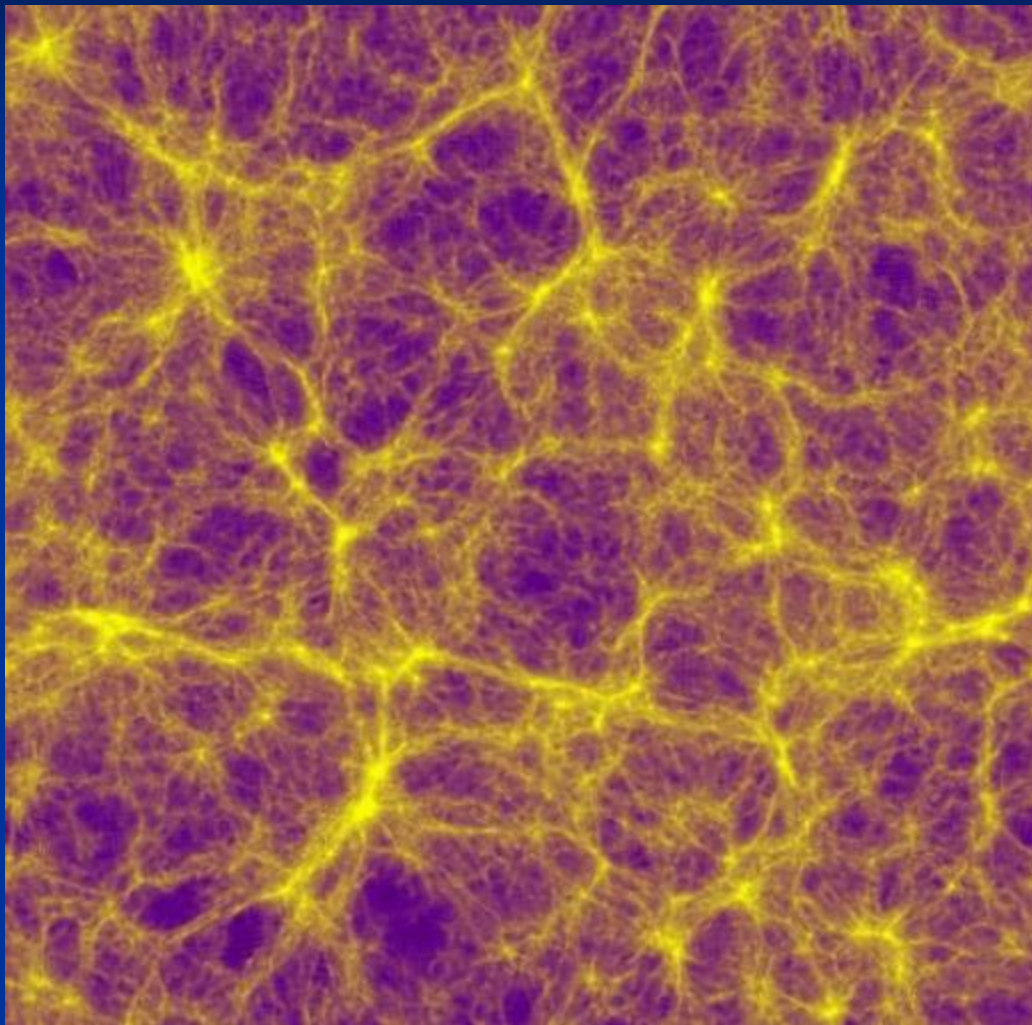


Ғалам көпіршікті ваннаға
ұқсайды: материя галактикалар
жоқ кеңістікті қоршап тұрады, ал
уақыт өткен сайын материясыз
көлем ұлғая береді.



Ғалам кеңейген сайын галактикалар шоғырларының
арасындағы қашықтық артады, және Ғалам одан әрі
«сейіле» түседі.

Жіп тәрізді Ғалам моделі



Галактикалардың шоғырлары мен аса ірі шоғырлары жіптерде, көпіршіктің бетінде тұрғандай орналасқан. Бұл модель бақылаулармен сәйкес келеді.

Source: Millennium Project Max Planck Institute.



Ғаламның құрылымы: жинақтау

- Жұлдыздар шоғырларда орналасқан.
- Жұлдыздық шоғырлар галактикалардың ішінде болады.
- Галактикалар бірнеше немесе мыңдаған галактикалардан тұратын шоғырларды құрайды.
- Ғаламдағы ең үлкен құрылымдар — галактикалардың шоғырлары мен аса шоғырларынан түзілген жіптер.



Ғаламдағы Өлшемдер

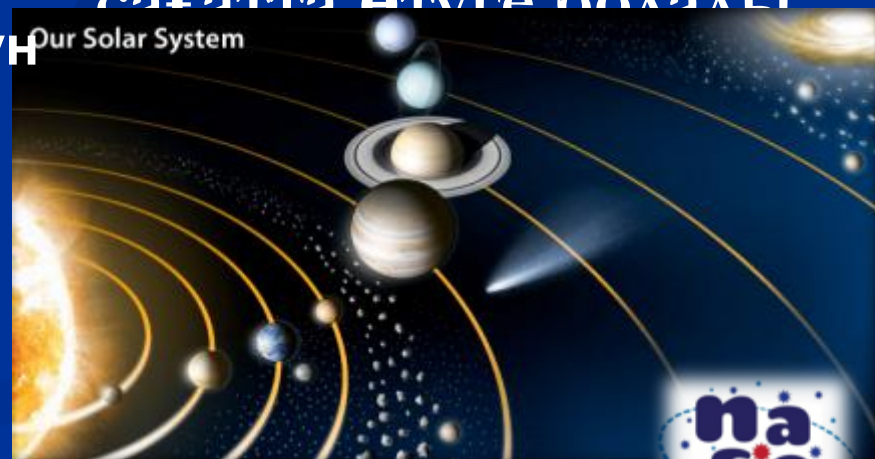
Біз бір метрдің
өлшемін — шамамен
баланың бойындай
— және одан мың есе
үлкен бірлікті — бір
километрді елестете
аламыз...



... мың есе Үлкенірек
Қашықтық —
мыңдаған
шақырымды —
ұшақпен бірнеше
сағатта өтуге болады

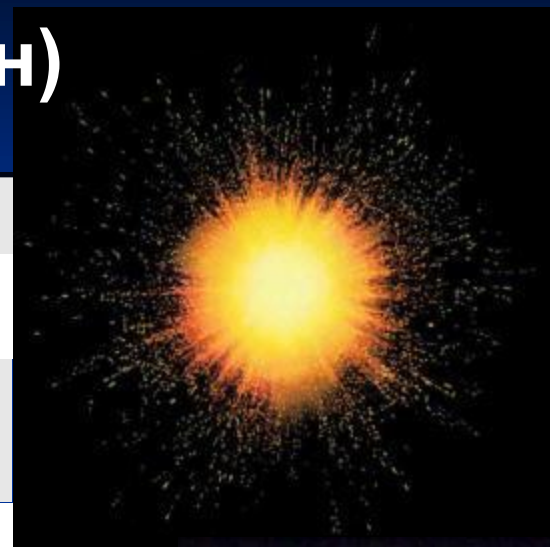
Айға жету үшін үш күн қажет, ал Күн
мен Юпитер арасындағы
қашықтықты еңсеру үшін бірнеше
жыл керек.

Ең жақын жұлдыздарға дейінгі
қашықтық мыңдаған есе үлкен.



Ғаламдағы уақыт (жылдармен)

Big bang	14 000 000 000
Galaxy formation	13 000 000 000
Solar System formation	4 600 000 000
Appearance of life on Earth	3 800 000 000
Appearance of complex life	500 000 000
Appearance of dinosaurs	350 000 000
The Cretaceous extincion	65 000 000
Appearance of the modern man	120 000



Адамның пайда болуы — өте жақында болған оқиға.



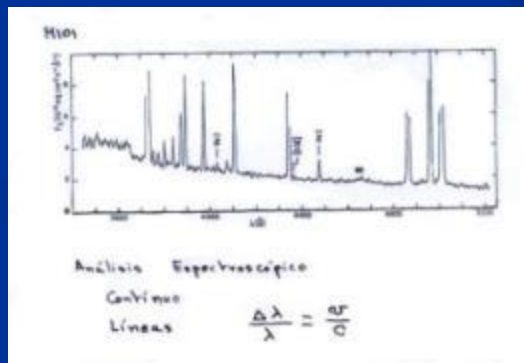
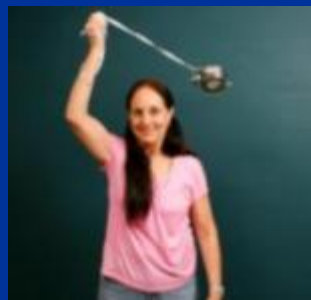
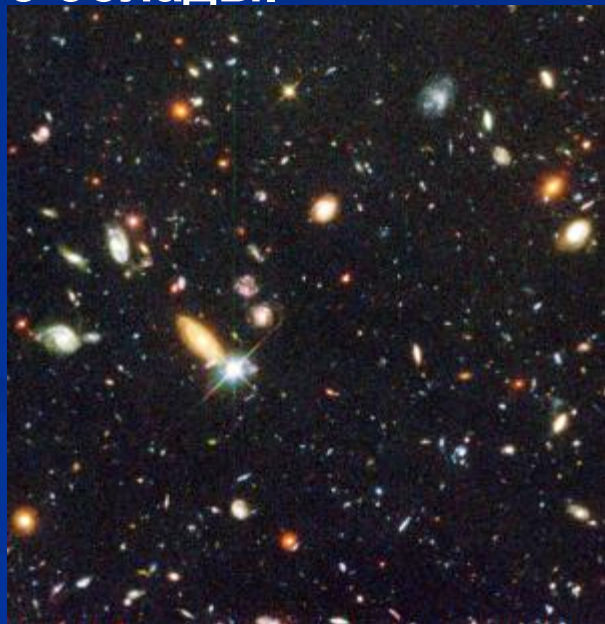
Ғаламды бақылау

Жұлдыздың орнын немесе сыртқы бейнесін, немесе шығаратын жарық мөлшерін анықтау үшін сурет түсіруге болады.

Спектрлер жұлдыздардың жылдамдығын мүмкіндік береді. Бұл құбылыс жарықтың Доплер әсері деп аталады.

Жұлдыздар мен галактикалардың шығаратын, шағылдыратын немесе жұтатын сәулесін талдай отырып, біз олардың табиғаты туралы білеміз.

(Доплер әсері)



Стандартты модельдің тіректері

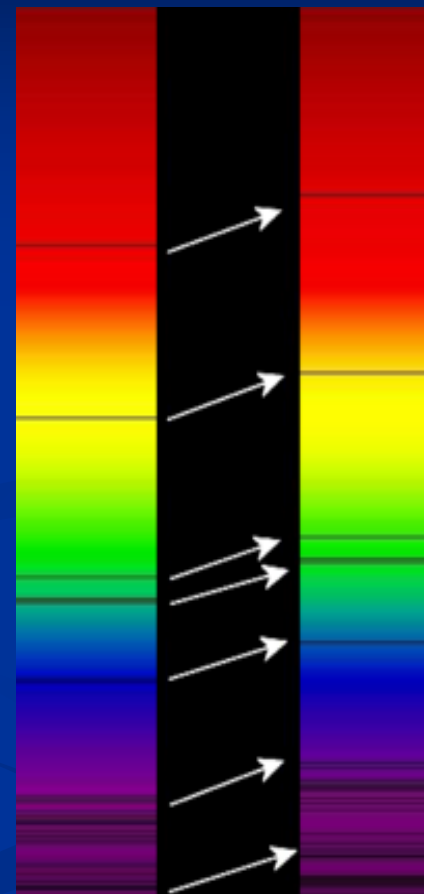
Ғаламның кеңеюі

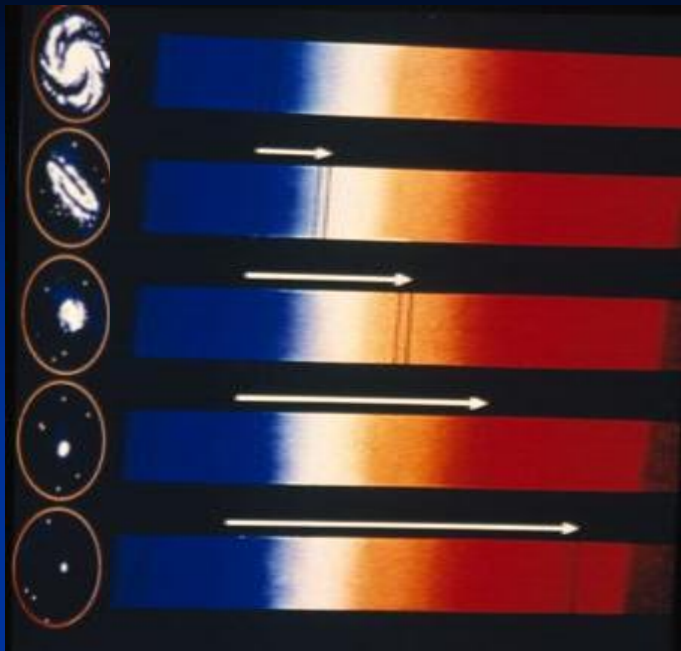
Доплерлік қызылға ығысу кеңеюді көрсетеді (жұлдыздар бақылаушыға жақындаса, жарығы көгілдірленеді, ал алыстаса — қызарады).

Галактикалар топтары бір-бірінен алыстап барады және олар қаншалықты қашық болса, соншалықты тезірек алыстайды.

Ғаламдағы химиялық элементтер

Ғаламның алғашқы минуттарында тек сутегі (H) мен гелий (He) пайда болды; кеңею олардың түзілуін тоқтатты: сәуле энергиясын жоғалтып, енді протондар мен нейтрондарға айнала алмады. Көміртек (C), азот (N) және оттегі (O) жұлдыздардың ішінде түзілді және жұлдыздар өлген кезде жұлдызаралық ортаға араласты.

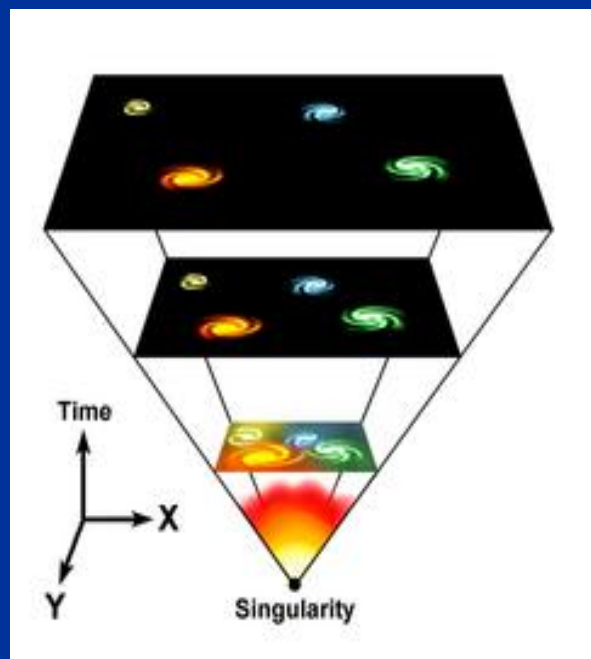




Ғарыштың кеңеюі

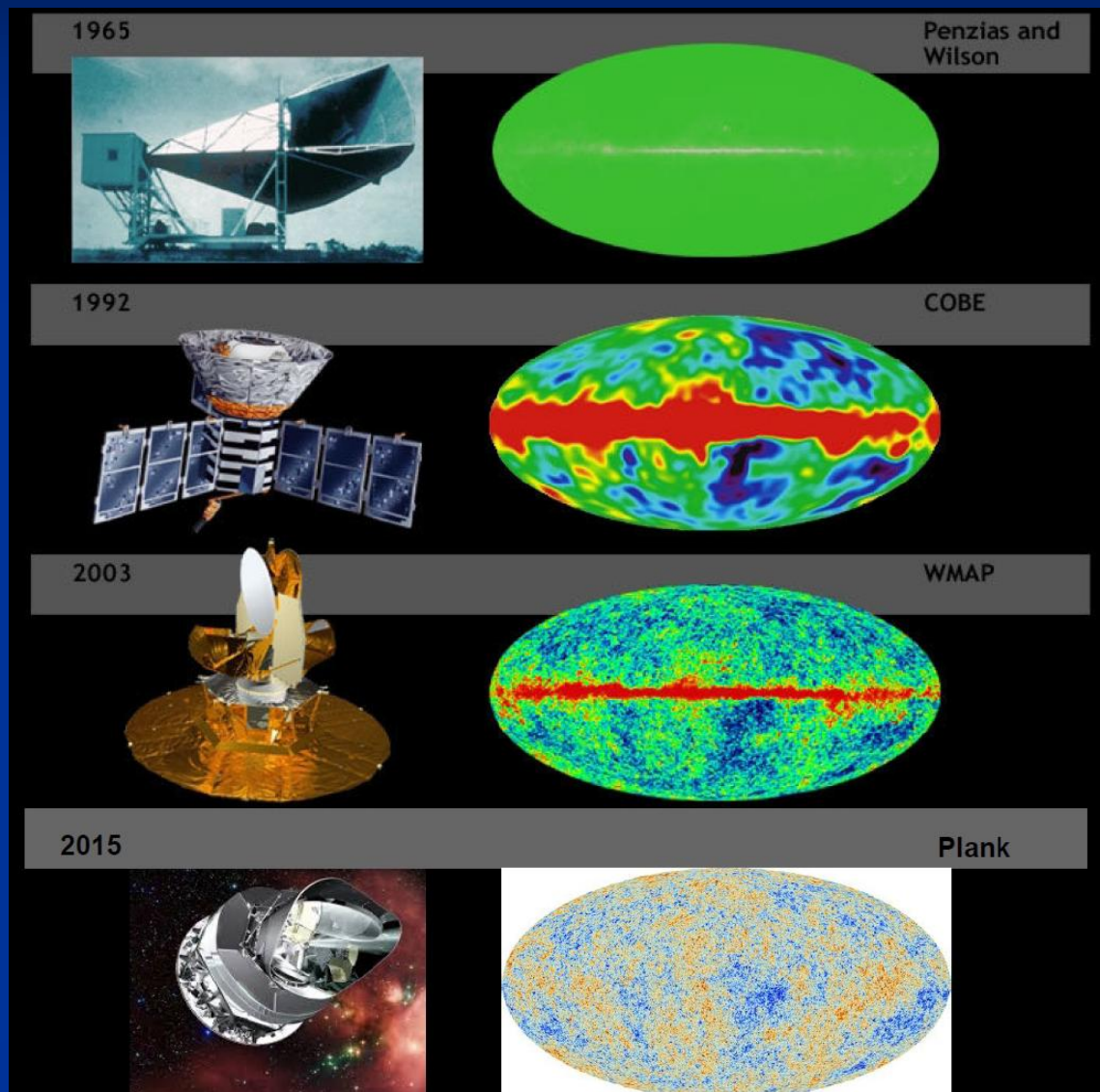
Ғарыш кеңейеді, сонымен бірге сәулеленудің фотондары да созылады. Бұрын өте қысқа толқынды гамма-сәулелер болғандары бүгін бізге радиотолқындар болып көрінеді.

Ғарыштың кеңеюін өлшей отырып, Әлемнің жасын есептеуге болады — 14 миллиард жыл. Бұл бағалау ең ескі жұлдыздардың жасына қарағанда жоғары емес, тек дәлірек.



Ғарыштық микротолқынды фондық сәулелену (ҒМФС)

- COBE, WMAP және PLANCK миссиялары Ғарыштық микротолқынды фондық сәулеленудің (СМВ) аспан картасын жасады, әр жолы бұрынғыдан да егжей-тегжейлі түсіріп, шағын ауытқуларды анықтады: галактикалар түзіле бастаған материяның түйіндерінің іздері.



Әлемнің шеті бар ма?



Әлемнің тұрақтылығының қажетті шарты — оның үнемі кеңеюі. Егер олай болмаса, ол қазіргі біз көріп тұрған күйінде болмас еді. Әлемнің кеңеюі — Үлкен жарылыс стандартты моделінің негізгі тіректерінің бірі.

Бірақ... кеңеюдің орталығы жоқ.



Әлемде гравитация басым ба?



Әлемде масса бар, сондықтан оның гравитациялық күші орасан зор. Гравитация тартылыс жасайды. Үлкен жарылыстан басталған кеңею гравитацияны теңестіреді.

Әлемнің кеңеюі жылдамдап жатыр, ал осы үдеуді тудыратын энергияның көзі белгісіз.



Қашықтағы галактикаларды бақылай отырып, біз оларды өткендегі күйінде көреміз.

Жақын галактикалар алыстағы галактикалардан өзгеше.



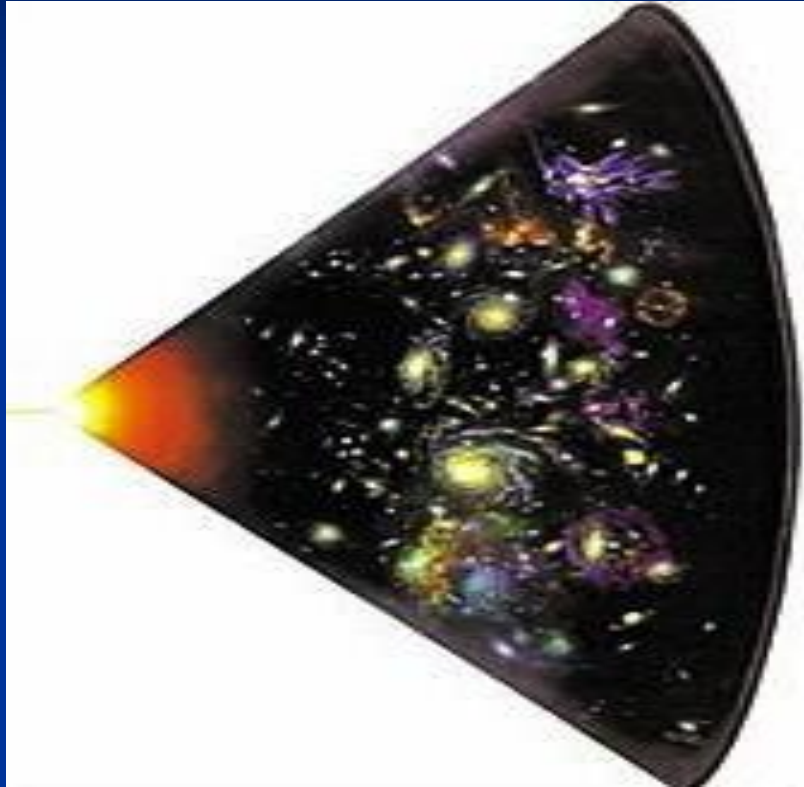
Жақын спиральды
галактика



Қашықтағы
галактикалар кішкентай
және аморфты.



ЭВОЛЮЦИЯ



Әлем туралы
мәліметіміз жоқ
шекара бар.
Бізге жету үшін
жарығы он төрт
миллиард жылдан
артық уақыт қажет
болатын жұлдыздарды
бақылай алмаймыз.

Егер Әлеміміз кішкентай болса, біз оның тек
шағын бөлігін ғана білетін едік, ал ол шексіз
болса, бұл бөлік өте мардымсыз болып
көрінер еді.



Ғаламның көрінбейтін бөлігі — 95%-ын құрайтын қара материя мен қара энергия — көрінетін нысандарға әсері арқылы анықталады.

Ол неден тұратынын біз әлі білмейміз.



Теңіздің беті



Бұл біз теңіз биологтары болсақ та, тек теңіздің бетін ғана көре алатындай.

Теңіздің түбі

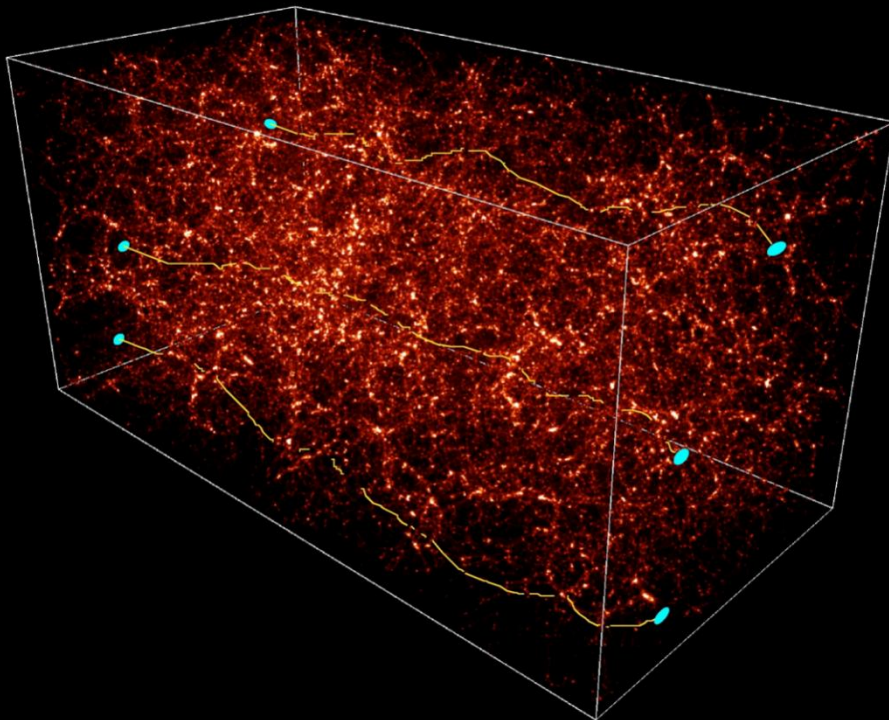


Жақынырақ қарасақ, үлкен алуан түрлілікті табар едік.

Қара материя

Біз әрбір анықталған аспан денесіне шаққанда, бізде тек оның массасы туралы ғана мәлімет бар мыңдаған басқа нысандар бар екенін білеміз. Олардың пішіні мен орналасуын білмейміз.

DEFLECTION OF LIGHT RAYS CROSSING THE UNIVERSE, EMITTED BY DISTANT GALAXIES



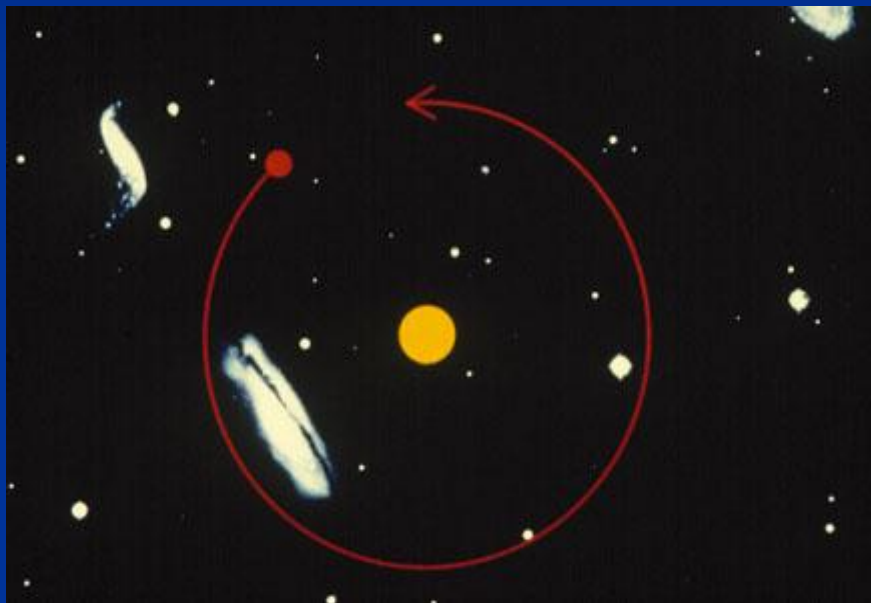
Қара материяның жіп тәрізді таралғаны деп есептеледі. Көк пішіндер — алыстағы галактикалар.

Сары сызықтар — галактикалар шығаратын жарықтың жолдары.

Қара материясыз олар түзу болар еді.



Жұлдыздар галактиканың орталығының айналасында қозғалады, өйткені оның массасы оларды тартады. Галактикалар шоғыры гравитация күші арқасында бірге ұсталады.



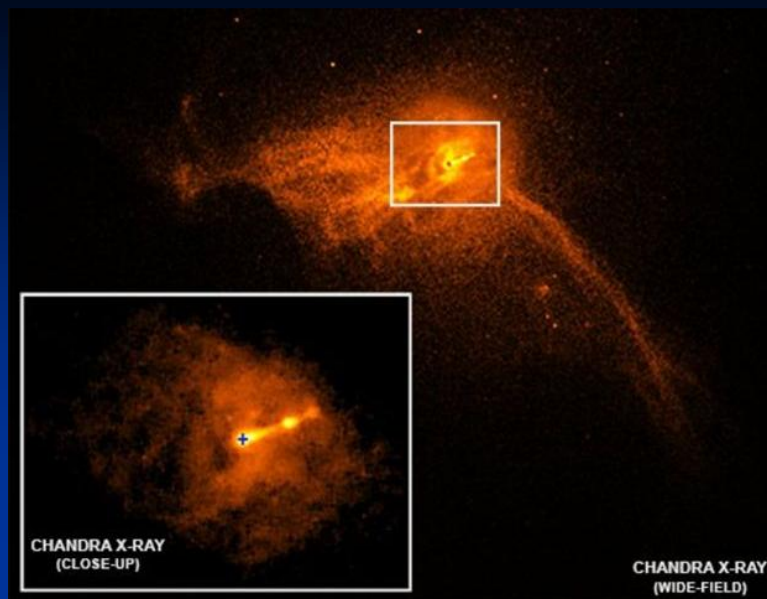
Қара материя көрінбейді, бірақ гравитация арқылы анықтауға болады.



Біз көре алмайтын басқа нысандардың айналасында қозғалатын объектілер бар.

Мысалы, галактикалардың ортасындағы қара тесіктердің айналасында айналатын жұлдыздар мен жұлдыздар тобы бар.





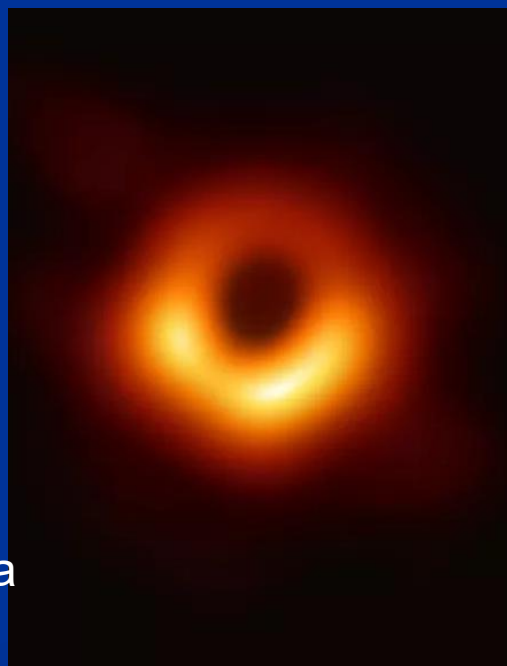
6 құрлықтағы 18 елдің 200-ден астам ғалымы мен 60 мекемесі Event Horizon Telescope жобасына қатысады: бүкіл планета бойынша 8 радиотелескоп.

M87 галактикасының орталығы, Күннен 53,5 миллион жарық жылы қашықтықта

(дереккөз: NASA/CXC/Villanova University/J. Neilsen)

M87 ортасындағы массасы Күннен 6,5 миллиард есе үлкен аса ауыр қара тесікінің «көлеңкесі» және оқиға көкжиегі

(дереккөз: Event Horizon Telescope)



Аса ауыр қара тесікінің алғашқы бейнесі 2019 жылғы 10 сәуірде баспасөз конференциясында ұсынылды.

Ғаламның эволюциясы

Ұзақ уақыт шкаласында Ғалам кеңейе береді.

Кеңею жылдамдығы уақыт өткен сайын артып, үдей түседі.
Бұл үдеуге жауапты энергия әлі белгісіз. Біз оны қара энергия деп атаймыз.

Шамамен триллиондаған жылдан кейін барлық жұлдызаралық материя таусылып, жұлдыздардың түзілуі тоқтайды.

Протондар ыдырап, қара тесіктер буланып кетеді.

Ғалам орасан зор болып, экзотикалық материя мен төмен энергиялы радиотолқындарға толады.



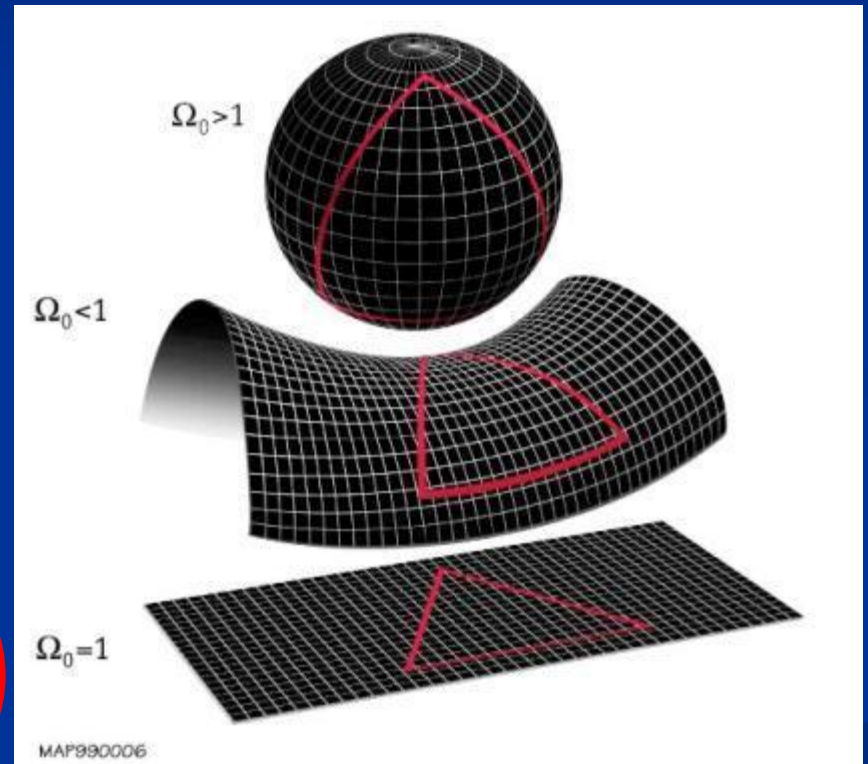
Ғаламның геометриясы космологиялық тұрақтыға байланысты

Close ? $\Omega > 1$

Open ? $\Omega < 1$

Flat ? $\Omega = 1$

(predicted by inflationary
theory and coincident
with
observations)



Ғаламның эволюциясы оның құрамына байланысты

Cosmological constant

$$\Omega_{\text{total}} = 1.0$$



Heavy elements

0.03%



Neutrinos

0.47%



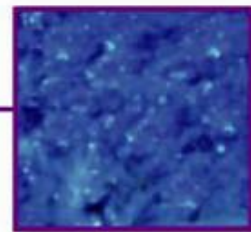
Stars

0.5%



Free H
and He

4%



Dark matter

25%



Dark Energy:

70%



Сәтті модель: Үлкен жарылыс (болжамдар — дәлелдемелер)

- **Кеңею:**
XX ғасырдың басында Э. Хаббл растаған.
- **Ғарыштық фондық сәуле:**
XX ғасырда А. Пензиас пен Р. Уилсон ашқан.
- **Химиялық элементтердің көптігі:**
XX ғасырда дәлелденген.
- **Үлкен масштабтағы құрылым:**
XX ғасырдың соңында ашылған.



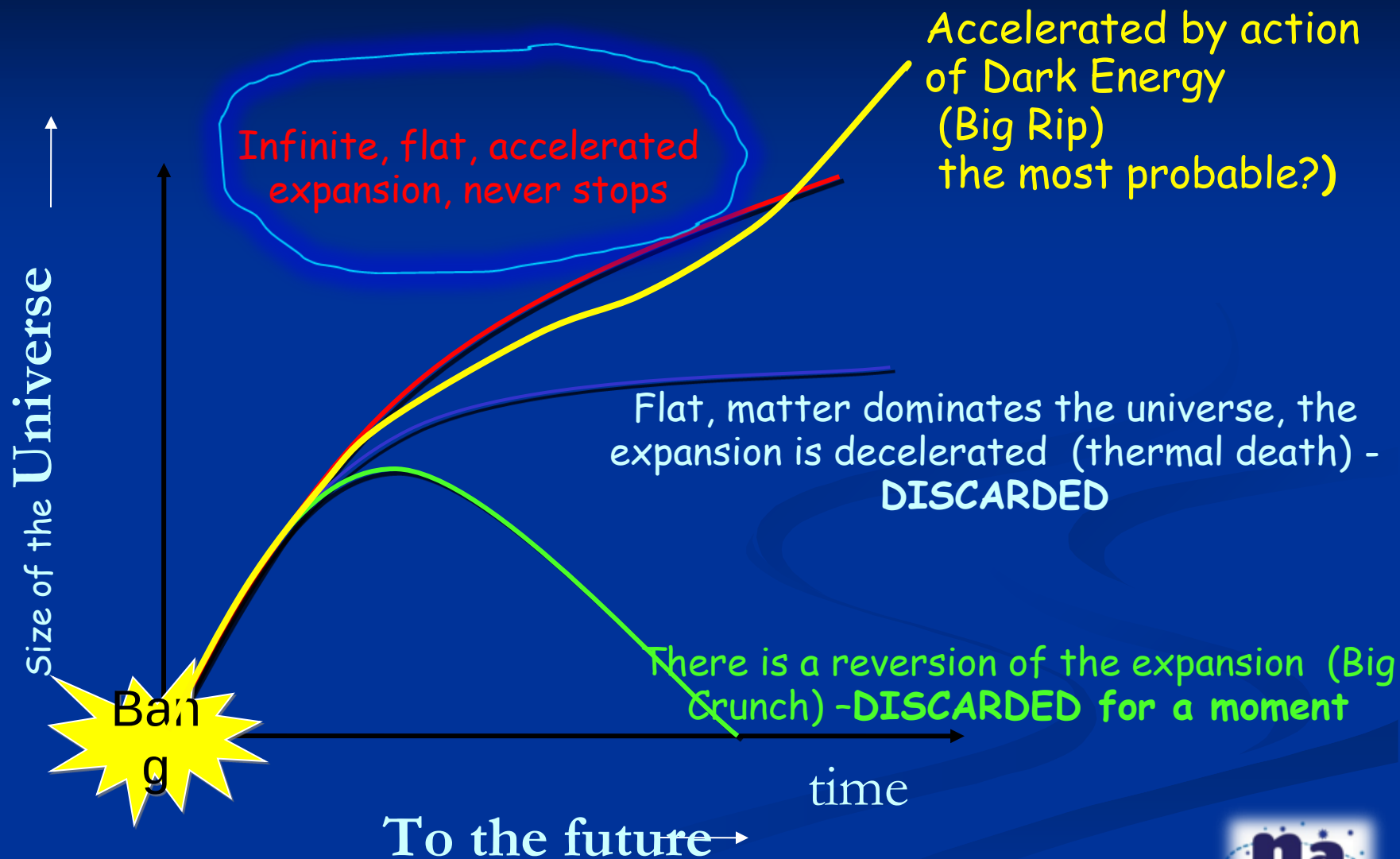
Ғаламның соңғы тағдыры (мүмкін сценарийлер)

- Үлкен сығылу (кеңеюдің кері процесі)
- Тегіс, жылулық өлім (кеңею тоқтайды)
- Шексіз, тегіс, тұрақты кеңеюде
(қазіргі таңда қабылданған сценарий осы)
- Үлкен жарылу (жеделдетілген кеңею)

Болашақ Ғаламның құрамына, сыни тығыздыққа және қара энергияның бар-жоқтығына байланысты.



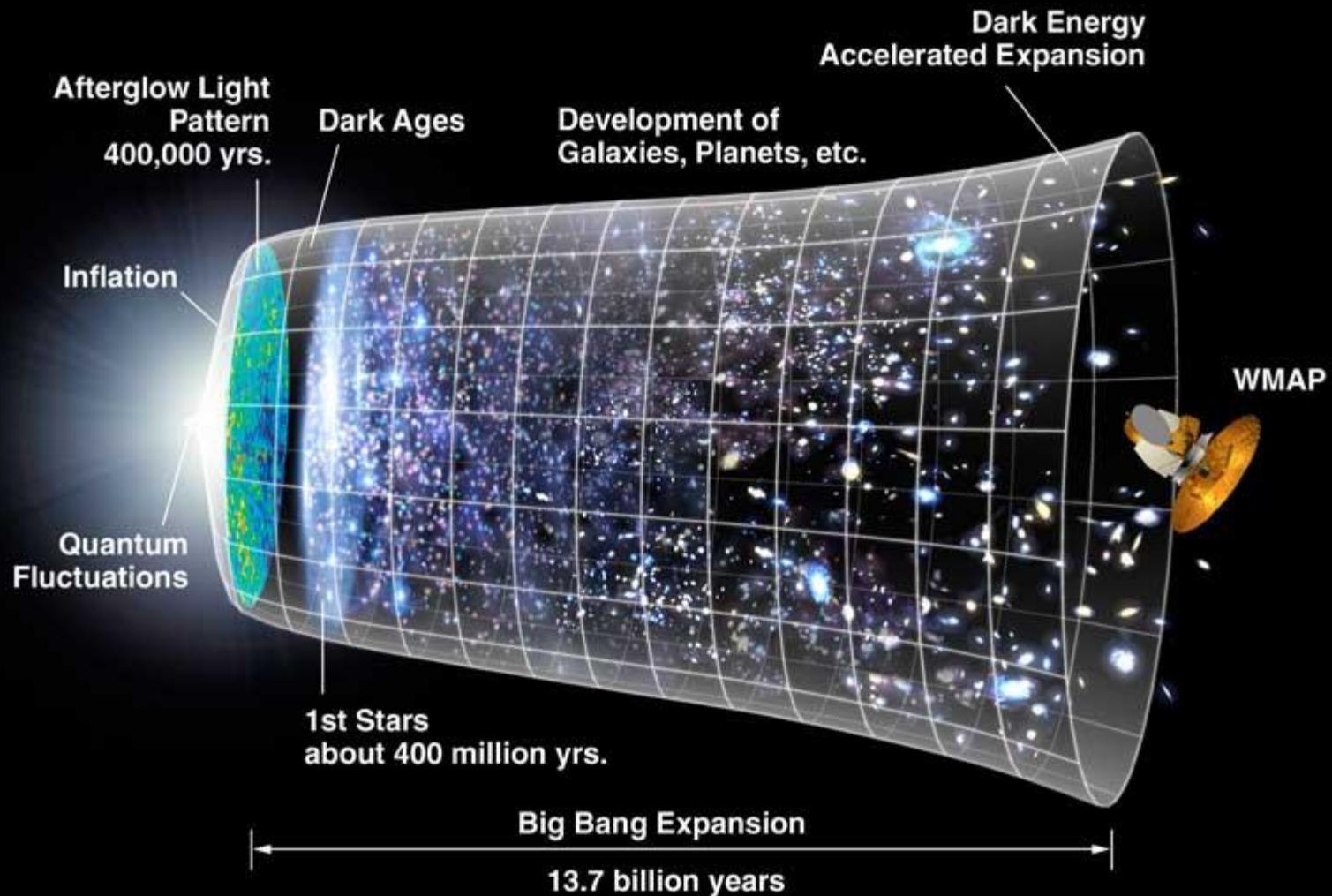
Ғаламның пішіні мен тағдыры



Credit: Daniel Thomas - Mapping the sky

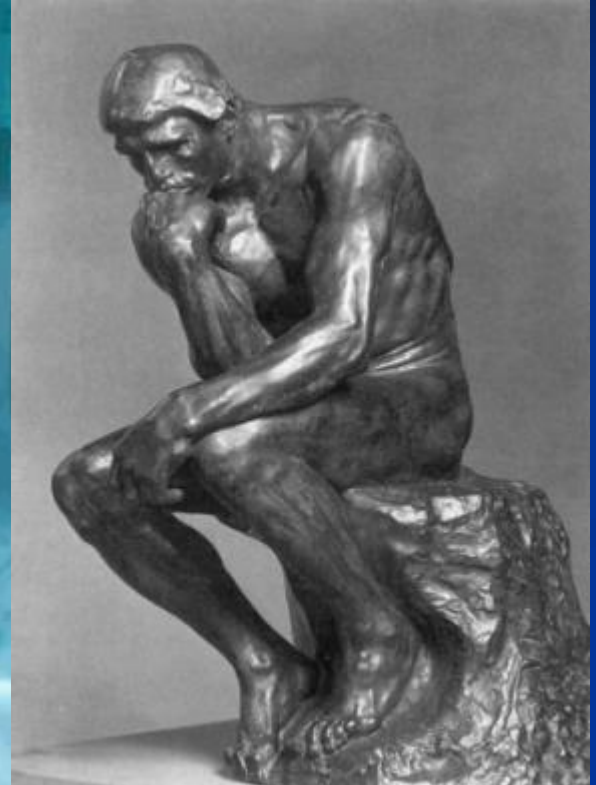


Ғаламның тарихы



Эпилог

Біз Ғалам
туралы
физикалық
заңдарды
қолданып ой
жүгірте
алатын ерекше
дәуірде өмір
сүріп
жатырмыз.



Уақыт өте келе біздің түсініктеріміз өзгеруі мүмкін,
бірақ Ғылымның табиғаты осындай.

Many thanks
for your attention!